

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tomat

Tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) berasal dari Amerika tengah hingga selatan dan merupakan tanaman domestik negara Meksiko. Kemudian menyebar ke negara Spanyol dan Itali, hingga seluruh negara di dunia. Tomat termasuk dalam tanaman hortikultura yang memiliki banyak manfaat dan banyak dibutuhkan dimasyarakat. Tanaman tomat tergolong tanaman semusim (annual). Panen pertama dapat dilakukan 45 hingga 55 hari setelah berbunga. Tinggi tanaman mampu mencapai 2-3 meter. Secara taksonomi, tanaman tomat digolongkan ke dalam kingdom Plantae, divisi Spermatophyta, kelas Dicotylodenae, ordo Tubiflorae, famili Solanaceae, genus *lycopersicum*, spesies *Solanum lycopersicum* L. (Wiryanta, 2002).



Gambar 1. Tanaman tomat (Fani, 2017)

Tanaman tomat termasuk tanaman berbentuk perdu (Gambar 1). Morfologi tanaman tomat terdiri dari akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji. Sistem akar keriting kuat yang tumbuh hingga kedalaman 50 cm atau lebih. Akar utamanya menghasilkan akar lateral dan akar adventif yang lebat. Batang tanaman tomat berbentuk persegi empat sampai bulat dan berwarna hijau. Batangnya padat, kasar, berbulu dan terdapat kelenjar. Pada saat tanaman muda beberapa batang tanaman tomat berwarna ungu kemerah-merahan. Daun tanaman tomat tersusun secara spiral yang berbetuk bulat hingga lonjong. Daun muda yang kecil muncul

diantara selebaran daun besar. Bunganya berkelompok dan dapat menghasilkan 6-15 bunga per tangkai. Bunga tergolong hermaphroditus, terbentuk teratur dan berdiameter 1,5-2 cm. Lebah dan kumbang merupakan polinator yang sangat penting. Bentuk buah tomat bervariasi diantaranya, berbentuk bulat, bulat lonjong, bulat pipih, atau oval (Naika *et al.*, 2005).

2.2 Faktor Lingkungan

Tomat membutuhkan iklim kering yang relatif dingin untuk hasil tinggi dan kualitas premium. Namun juga dapat beradaptasi pada iklim tropis yang panas dan lembab. Suhu optimum untuk kebanyakan varietas terletak antara 21°-24° C. Tanaman dapat bertahan dari berbagai suhu, namun jaringan tanaman dapat rusak di bawah 10 ° C dan di atas 38 ° C. Tanaman tomat bereaksi terhadap variasi suhu selama siklus pertumbuhan dari perkecambahan biji, pertumbuhan bibit, bunga, set buah dan kualitas buah. Jika cuaca dingin atau panas pembungaan, serbuk sari akan berproduksi rendah. Hal ini akan mempengaruhi pembentukan buah. Intensitas cahaya juga mempengaruhi warna daun, pembentukan buah dan warna buah (Naika *et al.*, 2005).

Tanaman tomat juga membutuhkan air yang cukup. Stres air dan masa kering yang panjang akan menyebabkan tunas dan bunga rontok, dan buahnya membelah. Namun, jika hujan lebat dan kelembabannya terlalu tinggi, pertumbuhan jamur akan meningkat dan buahnya akan membusuk. Mendung akan memperlambat pematangan tomat. Namun, beberapa kultivar telah tersedia khusus untuk iklim panas-lembab (Naika *et al.*, 2005).

Tomat tumbuh dengan baik pada sebagian besar tanah mineral yang memiliki kapasitas menahan air, aerasi yang baik dan bebas dari garam. Terutama tanah liat yang dalam dan berpasir (Andosol). Kedalaman tanah 15 sampai 20 cm dibutuhkan untuk menumbuhkan tanaman tomat. Tomat cukup toleran terhadap berbagai pH (tingkat keasaman), namun tumbuh dengan baik pada pH 5,5 - 6,8 dengan persediaan dan ketersediaan nutrisi yang cukup. Penambahan bahan organik pada umumnya menguntungkan bagi pertumbuhan. Tanah dengan kandungan bahan organik sangat tinggi, seperti tanah gambut, kurang sesuai

karena kapasitas penyimpanan air dan kekurangan nutrisi yang tinggi (Naika *et al.*, 2005).

2.3 Potensi Budidaya Tomat

Tomat menjadi salah satu jenis sayuran yang menyimpan banyak manfaat. Buah dengan ciri khas yang terasa asam digunakan untuk bumbu masakan. Selain bumbu masakan, tomat juga bagus untuk kecantikan sebagai masker wajah. Di pasarapun permintaan tomat terbilang cukup tinggi, buah ini banyak dicari. Dalam bisnis kuliner tomat menjadi bumbu masakan dan bumbu sambal. Tingginya peminat tomat menjadikan peluang usaha budidaya tomat yang sangat menguntungkan.

Buah tomat memiliki kandungan vitamin dan nutrisi yang tinggi. Selain itu, dalam buah tomat juga terdapat likopen dan β -karoten. Menurut Kailaku, Dewandari dan Sunarmani (2007) bahwa menu makanan yang kaya buah dan sayuran merupakan sumber antioksidan yang sangat baik, yang mengandung vitamin E, vitamin C dan berbagai karotenoid seperti β -karoten dan likopen. Antioksidan ialah molekul yang sangat penting berfungsi untuk menghancurkan senyawa radikal bebas. Cara kerja antioksidan yaitu menangkap radikal bebas dan melepaskan elektronnya sendiri, sehingga mencegah oksidasi oleh radikal bebas yang dapat merusak molekul-molekul lain.

Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis yang cocok untuk budidaya tomat. Akan tetapi selama ini budidaya tomat hanya fokus terhadap kuantitas berupa banyaknya produksi. Upaya peningkatan kualitas seperti kandungan likopen dan β -karoten jarang ditemukan. Oleh karena itu, budidaya tomat dengan meningkatkan kuantitas dan kualitas tomat dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai ekonomis buah tomat.

2.4 Likopen dan β -karoten Buah Tomat

Pigmen merupakan sebuah zat yang dapat menentukan warna pada bagian tanaman. Pigmen secara umum terbagi ke dalam tiga kelompok yaitu porphirin, flavonoid, dan karotenoid (Alkema and Spancer, 1982). Buah tomat mengandung pigmen karotenoid, terutama likopen dan β -karoten yang merupakan komponen

utama penentu warna pada buah tomat masak. Warna dan tekstur pada tomat segar merupakan atribut kualitas utama, yang secara langsung berhubungan dengan pemasaran. Karotenoid selain sebagai penentu warna, juga bermanfaat bagi kesehatan.

Karotenoid adalah kelompok pigmen non polar yang terdiri dari senyawa yang tersusun dari unit isoprene atau turunannya. Disamping sebagai zat warna, beberapa karotenoid memberikan aktivitas sebagai antioksidan dan provitamin A. Senyawa karotenoid dapat dibagi atas 2 golongan yaitu (1) karoten yaitu karotenoid hidrokarbon seperti likopen dan β -karoten, (2) xantofil merupakan derivat dari karoten yang mengandung oksigen (Alkema and Spancer, 1982). Warna khas dari buah tomat disebabkan oleh likopen, karoten, xantofil, dan zat warna klorofil yang merata dalam bagian buah yang padat.

Likopen adalah suatu karotenoid pigmen merah terang yang banyak ditemukan dalam buah tomat dan buah-buahan lain yang berwarna merah. Zat ini berfungsi sebagai antioksidan, yaitu penangkal radikal bebas yang bermanfaat bagi kesehatan. Buah tomat mensintesis likopen dalam jumlah banyak selama pemasakan, yaitu mencapai 95 % dari fraksi karotenoid total (Lincoln and Johm, 1949). Perombakan pigmen klorofil dibarengi dengan sintesis pigmen likopen sehingga warna buah menjadi kemerahan (Wills, 1981 dalam Setijorini dan Sulistiana, 2001). Selain itu kadar likopen juga menunjukkan indeks warna pada tomat, jadi semakin merah warna tomat maka semakin banyak pula kandungan likopen didalamnya. Menurut Viskelis (2008), kandungan likopen dalam tomat sangat dipengaruhi oleh proses pematangan dan perbedaan varietas (misalnya varietas yang berwarna merah mengandung lebih banyak likopen dibandingkan yang berwarna kuning). Kandungan likopen pada buah tomat segar sebanyak 4,28 mg/100g (Muhajir *et al*, 2006). Likopen berperan sebagai antioksidan dan memiliki pengaruh dalam menurunkan resiko berbagai penyakit kronis termasuk kanker (Kailaku *et al.*, 2007). Bhowmik (2008) menambahkan, hasil penelitian di Harvard School of Public Health menunjukkan bahwa konsumsi 10 porsi produk tomat per minggu dapat menurunkan resiko kanker prostat hingga 45%. Selain itu menurut Peng *et al.* (1998) menyebutkan bahwa penelitian-penelitian terbaru mengindikasikan wanita yang memiliki level likopen rendah lebih rentan terkena

kanker serviks dan kanker ovarium dibandingkan yang memiliki level likopen tinggi.

Selain Likopen, tomat juga mengandung β -karoten . B-karoten merupakan bahan utama vitamin A yang ditemukan pada buah tomat. Pigmen ini hanya terdapat dekatar 5 persen dari total persentase karoten buah tomat. Meskipun persentasenya relatif kecil, namun β -karoten merupakan sumber utama vitamin A untuk kebutuhan gizi manusia (Heinz, 1942). B-karoten juga disebut sebagai akumulasi dari likopen dan menghasilkan pigmen berwarna oranye pada buah tomat (Tomes *et al.*, 1954).

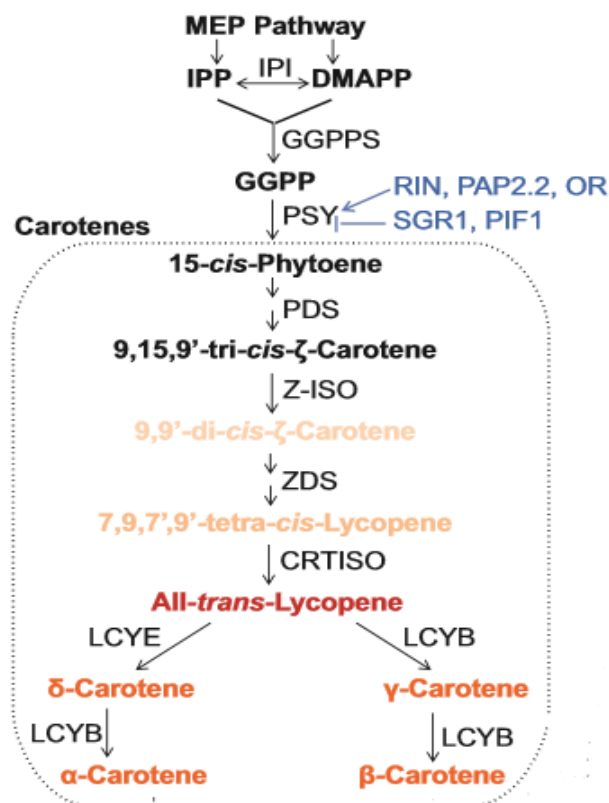
2.2 Biosintesis Likopen dan B-karoten

Karotenoid disintesis pada plastida yang terdiferensiasi dan terakumulasi dalam kloroplas jaringan hijau, kromoplas akar, buah-buahan, dan kelopak bunga. Identifikasi gen pengkode enzim karotenogenik adalah perkembangan yang lebih baru dari dua dekade yang lalu. Identifikasi tanaman dilakukan pada semua gen dan enzim yang mengkatalisasi reaksi biosintesis dan degradasi karotenoid (Gambar 2). Karotenoid dengan plastid menyatukan isoprenoid, bermula dari kondensasi 5-karbon utama isopentenil diphosphate dan dimethylallyl diphosphate, yang diproduksi melalui jalur plastidial 2-C-methyl-D-eritritol 4-fosfat (MEP) dalam plastida. Jalur biosintesis karotenoid spesifik dimulai dengan kondensasi dari dua geranylgeranyl diphosphate (GGPP) oleh phytoene synthase (PSY) untuk menghasilkan karotenoid 15-cis-phytoene yang tidak berwarna (Yuan *et al.*, 2015).

Tanaman sayuran biasanya mengandung gen 2-3 *PSY* yang menunjukkan ekspresi spesifik pada jaringan, seperti *PSY1* pada buah, *PSY2* pada daun, *PSY3* di akar tomat dan jeruk. *PSY-A* di semua jaringan termasuk buah-buahan, dan *PSY-B* pada daun dan akar semangka. Phytone tak berwarna dikonversi melalui serangkaian desaturasi oleh phytoene desaturase (PDS) dan ζ -carotene desaturase (ZDS) untuk mengenalkan ikatan rangkap cis, dan isomerisasi oleh ζ -carotene isomerase (Z-ISO) dan karotenoid isomerase (CRTISO) untuk mengubah konfigurasi cis kembali ke konfigurasi trans, sehingga menghasilkan all-trans-

lycopene yang berwarna merah, pigmen utama pada tomat dan buah semangka (Yuan *et al.*, 2015)

Siklus siklisasi rantai karbon likopen selanjutnya akan berakhir pada titik cabang ke jalur metabolisme karotenoid untuk menghasilkan keragaman karotenoid (Gambar 2). Penambahan β -ring dan ϵ -ring membentuk cabang β, ϵ karotenoid, termasuk α -karoten dan turunannya; pembentukan dua β -ring menciptakan β , cabang β pada karotenoid mengandung β -karoten dan turunannya. Lycopene ϵ -cyclase (LCYE) dan lycopene β -cyclase (LCYB) berada pada aliran karbon ke dua cabang yang berbeda dalam biosintesis karotenoid. All-trans-lycopene berwarna merah disiklisasi oleh *LCYE* atau *LCYB* untuk mengenalkan ϵ - atau β -rings, masing-masing menghasilkan warna oranye pada α -karoten atau β -karoten, karotenoid berupa provitamin A terdapat pada wortel, ubi jalar, dan buah melon. Dua gen *LCYB* ditemukan pada tomat: *LCYB1* (LCY-B) berlimpah di jaringan vegetatif, dan *LCYB2* (CYC-B) penting pada buah dan bunga. Karotenoid yang hanya mengandung hidrokarbon dikelompokkan sebagai karoten, yang meliputi phytoene dan semua jenis karoten (Yuan *et al.*, 2015)



Gambar 2. Biosintesis Likopen dan β -karoten (Yuan *et al.*, 2015)

2.3 Pengaruh Pupuk Fosfor Pada Tanaman Tomat

Unsur hara P merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh tanaman, yang berperan penting dalam berbagai proses kehidupan seperti fotosintesis, respirasi, transfer dan penyimpanan energi, pembelahan dan pembesaran sel, dan metabolisme karbohidrat dalam tanaman (Salisbury dan Ross, 1992). Fosfor merupakan salah satu unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan hasil yang optimum. Defisiensi P mengakibatkan pertumbuhan tanaman lambat, lemah, dan kerdil (Sumarni *et al.*, 2012). Fosfor (sebagai fosfat) merupakan komponen integral senyawa penting sel tanaman, termasuk zat antara respirasi gula-fosfat dan fotosintesis, dan fosfolipid yang membentuk membran tanaman. Ini juga merupakan komponen nukleotida digunakan dalam metabolisme energi tanaman (seperti ATP) dan pada DNA dan RNA. Kekurangan fosfor dapat menyebabkan pertumbuhan kerdil pada tanaman muda, warna daun menjadi ungu tua kehijauan, produksi batang ramping (tapi tidak berkayu) dan kerontokan daun (Taiz *et al.*, 2002). Selain itu, fosfor dapat merangsang pembentukan bunga, buah dan biji bahkan mampu mempercepat pemasakan buah dan menjadi lebih bernas (Laila, 2017).

Pemberian unsur P yang tepat tidak hanya dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman, tetapi juga untuk sintesis beberapa metabolik sekunder seperti likopen dan β -karoten (Oke, 2005). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Adebooye (2006) menunjukkan bahwa peningkatan dosis tertentu pupuk fosfor dapat meningkatkan kandungan likopen pada buah tomat. Kandungan likopen pada setiap 100 g tomat memiliki perbedaan nilai untuk masing-masing perlakuan fosfor (Tabel 1). Pemberian pupuk fosfor optimum yaitu pada dosis $26.4 \text{ kg P ha}^{-1}$ dengan kandungan likopen tertinggi sebanyak 16.6 mg. Akan tetapi, kandungan likopen menurun ketika dosis ditingkatkan menjadi $39.6 \text{ kg P ha}^{-1}$. Sedangkan untuk kandungan likopen terendah yaitu $13.02 \text{ } \mu\text{g}/100\text{g}$ terdapat pada perlakuan tanpa pemberian pupuk fosfor. Hal ini menunjukkan bahwa pupuk fosfor mempengaruhi kandungan likopen pada buah tomat.

Tabel 1. Pengaruh berbagai dosis pupuk P pada kandungan Likopen

Dosis P (kg P ha ⁻¹)	Likopen (µg/100g)
0	13.02
13.5	13.21
26.4	16.60
39.6	14.91
52.8	14.20

Sumber : (Adebooye, 2006)

Selain itu, pupuk fosfor juga dapat menambah perkembangan akar untuk membantu tanaman dalam penyerapan air dan unsur hara lainnya dari dalam tanah. Nutrisi yang juga merupakan komponen dari asam nukleat, membantu dalam produksi sebagian besar jumlah bunga dalam pertumbuhan awal tomat dan meningkatkan pengaturan awal buah dan biji. Maka akan meningkatkan produksi pada buah tanaman tomat (Adb-Alla, 1996). Sesuai hasil penelitian Kartika (2008) peningkatan dosis fosfor dari 0-180 kg P₂O₅ ha⁻¹ mampu meningkatkan berat segar total buah pertanaman (Tabel 2). Berat segar total buah pertanaman tertinggi yaitu 315.76 g pada dosis 180 kg P₂O₅ ha⁻¹. Sedangkan berat segar terendah terdapat pada perlakuan tanpa pemberian pupuk fosfor seberat 95.67 g.

Tabel 2. Pengaruh berbagai dosis pupuk P pada berat segar total buah tomat (g)

Dosis P (kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹)	Berat segar Total Buah Pertanaman (g)
0	95.67
45	150.39
90	204.97
135	176.29
180	315.76

Sumber : (Kartika, 2008)

2.4 Hubungan Pemupukan dan Varietas Tanaman

Tanaman akan tumbuh dan berkembang secara optimal ketika pupuk yang diberikan tepat baik dari segi waktu maupun takarannya. Pada umumnya tanaman tersebut memiliki lebih dari satu varietas. Tampilan morfologi untuk masing-masing varietas tanaman berbeda sehingga akan menunjukkan hasil yang berbeda ketika diberikan perlakuan pupuk yang sama. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sutarwi (2013) bahwa jenis varietas kacang tanah dan dosis fosfor menghasilkan jumlah polong tua yang berbeda. Masing-masing varietas Lokal, Bison, dan

Kelinci mengalami peningkatan jumlah polong tua setiap peningkatan dosis fosfor. Jumlah polong tua pada setiap varietas memiliki nilai yang berbeda. Rata-rata jumlah polong tua tertinggi terdapat pada varietas Bison sebanyak 5,75 polong. Sedangkan rata-rata tertinggi untuk perlakuan pupuk fosfor yaitu pada D3 (150 kg/ha) dengan jumlah 5,78 polong.

Tanaman tomat juga memiliki berbagai varietas yang terdapat di Indonesia. Varietas Mawar dan Karina merupakan varietas lokal yang memiliki perbedaan dari segi bentuk buah, bentuk daun, dan ukuran daun (Lampiran 1). Pada hasil penelitian Bryla (1998) yang menggunakan dua genotip tomat yaitu Large Cherry dan LA1709 memiliki rata-rata jumlah buah pertanaman yang berbeda pada empat penambahan pupuk fosfor. Tomat genotip Large Cherry maupun LA1709 mengalami peningkatan jumlah buah setiap penambahan pupuk fosfor. Pada tomat Large Cherry jumlah buah terbanyak terdapat perlakuan D4(0,99mM) berbeda dengan tomat LA1709 yaitu pada perlakuan D3(0,33mM). Sedangkan hasil rata-rata jumlah tomat genotip LA1709 yaitu 21,3 buah lebih banyak daripada jenis Large Cherry hanya 4,05 buah.